

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-259112

(43)Date of publication of application : 24.09.1999

(51)Int.CI.

G05B 19/4068
B25J 19/06
G05B 19/18

(21)Application number : 10-060043

(71)Applicant : KAWASAKI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 11.03.1998

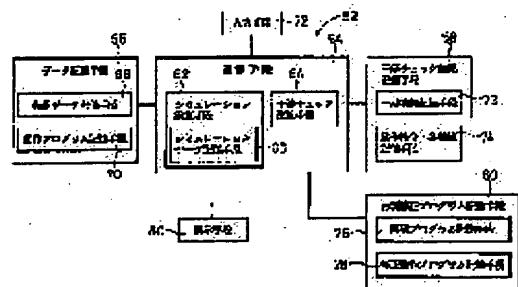
(72)Inventor : NAGAO YOICHI
NINOYU HIDEYUKI

(54) INTERFERENCE CHECKING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an interference checking device capable of easily grasping movement up to interference with an object.

SOLUTION: The interference checking device is provided with an object data storing means 68 for storing object data, an operation program storing means 70 for storing an operation program related to a series of route loci, a simulation computing means 62 for executing simulation for operation based on an operation program, and an interference check computing means for checking interference with the object based on the object data and the simulation data of the means 62. A reproducing program storing means 76 formed in relation with the means 62 stores interference reproducing operation command information from reproduction starting operation command information up to interference generating operation command information as an interference reproducing program.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3042840

[Date of registration] 10.03.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-259112

(43) 公開日 平成11年(1999)9月24日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 5 B 19/4068
B 2 5 J 19/06
G 0 5 B 19/18

識別記号

F I
C 0 5 B 19/405
B 2 5 J 19/06
C 0 5 B 19/18

Q
X

審査請求 有 請求項の数4 ○ L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平10-60043

(22) 出願日 平成10年(1998)3月11日

(71) 出願人 000000974

川崎重工業株式会社
兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

(72) 発明者 長尾 陽一
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業
株式会社明石工場内

(72) 発明者 二之湯 秀幸
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業
株式会社明石工場内

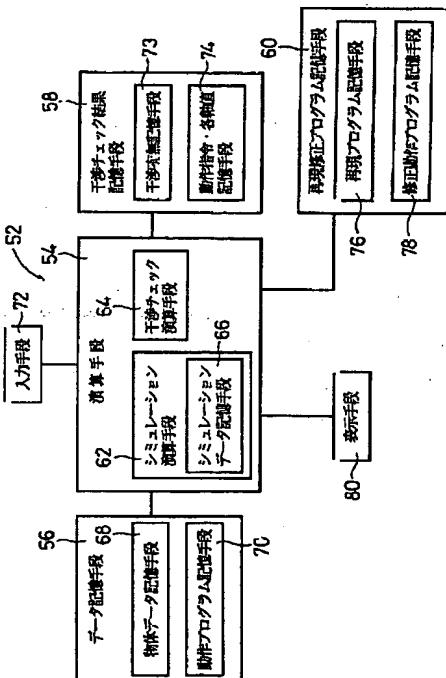
(74) 代理人 弁理士 西教 圭一郎 (外4名)

(54) 【発明の名称】 干渉チェック装置

(57) 【要約】

【課題】 物体に干渉するまでの動きを容易に把握することができる干渉チェック装置を提供すること。

【解決手段】 物体データを記憶する物体データ記憶手段68と、一連の経路軌跡に関する動作プログラム記憶手段を記憶する動作プログラム記憶手段70と、動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行うためのシミュレーション演算手段62と、物体データおよびシミュレーション演算手段62によるシミュレーションデータに基づいて物体との干渉をチェックする干渉チェック演算手段64とを具備する干渉チェック装置。シミュレーション演算手段62に関連して設けられた再現プログラム記憶手段76は、再現開始動作指令情報から干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体に関する物体データを記憶する物体データ記憶手段と、物体に対する一連の経路軌跡に関する動作プログラムを記憶する動作プログラム記憶手段と、前記動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行うためのシミュレーション演算手段と、前記物体データおよび前記シミュレーション演算手段によるシミュレーションデータに基づいて物体との干渉をチェックする干渉チェック演算手段と、前記干渉チェック演算手段による干渉チェックの結果を記憶する干渉チェック結果記憶手段とを具備する干渉チェック装置において、前記シミュレーション演算手段に関連して再現プログラム記憶手段が設けられ、前記再現プログラム記憶手段は、物体との干渉が発生する干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から前記干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶し、干渉再現時、前記シミュレーション演算手段は、前記干渉再現プログラムに基づいて物体との干渉前の状態から干渉状態までを再現することを特徴とする干渉チェック装置。

【請求項2】 前記動作プログラム記憶手段に記憶された前記動作プログラムはロボットを作業位置に移動させるためのプログラムであり、前記干渉再現プログラムの前記再現開始動作指令情報は、前記ロボットの動作指令情報および前記ロボットの各軸値指定による位置情報を含んでいることを特徴とする請求項1記載の干渉チェック装置。

【請求項3】 前記シミュレーション演算手段に関連して、前記干渉再現プログラムを修正して修正動作プログラムを作成するための修正プログラム作成手段が設けられ、前記シミュレーション演算手段は前記修正動作プログラムに基づいて修正動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記修正動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする請求項1または2記載の干渉チェック装置。

【請求項4】 前記シミュレーション演算手段に関連して別解動作プログラム作成手段が設けられ、前記別解動作プログラム作成手段は前記干渉再現プログラムの経路軌跡の同じ別解を求めて別解動作プログラムを作成し、前記シミュレーション演算手段は前記別解動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記別解動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の干渉チェック装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、物体との干渉をチ

ェックする干渉チェック装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、たとえば、橋梁仮組立シミュレーションシステムにおいては、組立てる各種橋梁ブロックの所定部位の寸法を計測装置を用いて測定し、計測装置による計測データを用いて仮組立シミュレーションを行い、橋梁の建造時間の短縮と建造コストの低減を図っている。

【0003】 計測装置としてロボットを用いる場合、計測ロボットの一部が計測すべき橋梁ブロックに衝突する、すなわち干渉すると、橋梁ブロックの所定部位の測定を行うことができず、測定データを用いた仮組立シミュレーションを行うことができなくなる。また、計測ロボットが干渉すると、この計測ロボットのアームなどの一部および/または計測ツールが橋梁ブロックに衝突し、これらが破損するおそれがある。

【0004】 このようなことから、計測ロボットと橋梁ブロックとの干渉を予めチェックする干渉チェック装置が提案され、その一例として、たとえば特開平7-78017号公報に開示されたものが知られている。この公知の干渉チェック装置は、橋梁ブロックなどの物体に関する物体データを記憶する物体データ記憶手段と、計測ロボットの一連の動経路軌跡に関する動作プログラムを記憶する動作プログラム記憶手段と、シミュレーション演算手段と、干渉チェック演算手段とを備えている。シミュレーション演算手段は計測ロボットの動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行い、干渉チェック演算手段は物体データおよびシミュレーション演算手段によるシミュレーションデータに基づいて計測すべき物体と計測ロボットとの間の干渉をチェックする。干渉チェック演算手段による干渉チェックの結果は干渉チェック結果記憶手段に記憶される。したがって、干渉チェック結果記憶手段に記憶されたチェック結果によって、干渉が生じる測定部位を容易に知ることができ、またこの干渉チェック結果に基づいて、干渉が生じない修正動作プログラムを作成することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 この公知の干渉チェック装置では、干渉チェック記憶手段に記憶される干渉チェック結果は、測定すべき物体と計測ロボットとが干渉する状態に関する動作指令情報である。それ故に、この動作指令情報に基づいて物体と計測ロボットが干渉する状態はシミュレーション演算手段によって再現することができ、この干渉状態を表示手段に表示することによって干渉状態を容易に把握することができ、またこの表示内容を参考に修正動作プログラムを作成することができる。

【0006】 しかし、計測ロボットが移動して物体に干渉する動作は、計測ロボットの一連の動作中に起こるものであり、それ故に、上述したように物体と計測ロボッ

トとが干渉する状態を再現するのみでは不十分であり、さらなる改良が望まれていた。特に、干渉を回避する修正動作プログラムを作成する場合、干渉するまでの所定範囲における一連の動きを把握することが重要であり、干渉状態を再現するのみでは干渉に至る動き、またこの動きからの回避動作を容易に検討することができない。

【0007】本発明の目的は、物体に干渉するまでの動きを容易に把握することができる干渉チェック装置を提供することである。

【0008】また本発明の他の目的は、物体との干渉を回避する修正動作プログラムについても干渉チェックを行うことができる干渉チェック装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、物体に関する物体データを記憶する物体データ記憶手段と、物体に対する一連の経路軌跡に関する動作プログラムを記憶する動作プログラム記憶手段と、前記動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行うためのシミュレーション演算手段と、前記物体データおよび前記シミュレーション演算手段によるシミュレーションデータに基づいて物体との干渉をチェックする干渉チェック演算手段と、前記干渉チェック演算手段による干渉チェックの結果を記憶する干渉チェック結果記憶手段とを具備する干渉チェック装置において、前記シミュレーション演算手段に関連して再現プログラム記憶手段が設けられ、前記再現プログラム記憶手段は、物体との干渉が発生する干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から前記干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶し、干渉再現時、前記シミュレーション演算手段は、前記干渉再現プログラムに基づいて物体との干渉前の状態から干渉状態までを再現することを特徴とする干渉チェック装置である。

【0010】本発明に従えば、再現プログラム記憶手段は、干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶する。そして、干渉状態を再現する際、シミュレーション演算手段は、干渉再現プログラムに基づいて干渉前の状態から干渉状態までを再現するので、干渉に至るまでの動作を容易に把握することができ、これによって、干渉を回避するための修正動作プログラムを容易に作成することができる。

【0011】また本発明は、前記動作プログラム記憶手段に記憶された前記動作プログラムはロボットを作業位置に移動させるためのプログラムであり、前記干渉再現プログラムの前記再現開始動作指令情報は、前記ロボットの動作指令情報および前記ロボットの各軸値指定による位置情報を含んでいることを特徴とする。

【0012】本発明に従えば、動作プログラムはロボットを作業位置に移動させるためのプログラムであり、干渉再現プログラムの再現開始動作指令情報は、ロボットの動作指令情報およびその各軸値指定による位置情報を含んでいるので、シミュレーション演算手段は、干渉再現プログラムに基づいて干渉に至るまでの一連の動作を正確に再現することができる。

【0013】また本発明は、前記シミュレーション演算手段に関連して、前記干渉再現プログラムを修正して修正動作プログラムを作成するための修正プログラム作成手段が設けられ、前記シミュレーション演算手段は前記修正動作プログラムに基づいて修正動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記修正動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする。

【0014】本発明に従えば、干渉再現プログラムを修正する修正プログラム作成手段が設けられ、この修正プログラム作成手段によって、干渉を回避する修正動作プログラムが作成される。そして、シミュレーション演算手段はこの修正プログラムをシミュレーションし、干渉チェック演算手段は物体データとこのシミュレーションデータに基づいて干渉をチェックする。それ故に、修正動作プログラムについても干渉有無のチェックを行うことができ、修正動作プログラムにおける干渉の発生をも確実に防止することができる。

【0015】さらに本発明は、前記シミュレーション演算手段に関連して別解動作プログラム作成手段が設けられ、前記別解動作プログラム作成手段は前記干渉再現プログラムの経路軌跡の同じ別解を求めて別解動作プログラムを作成し、前記シミュレーション演算手段は前記別解動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記別解動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする。

【0016】本発明に従えば、別解動作プログラム作成手段は、干渉再現プログラムの別解を求めて別解動作プログラムを作成し、シミュレーション演算手段はこの別解動作プログラムをシミュレーションし、干渉チェック演算手段は物体データおよびこのシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行う。したがって、干渉が発生した場合、別解動作プログラム作成手段は自動的に別解動作プログラムを作成し、作成した別解動作プログラムについても干渉有無のチェックが行われ、別解動作プログラムにおける干渉の発生をも確実に防止することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、本発明に従う干渉チェック装置について説明する。図1は、本発明に従う干渉チェック装置が適用される計測ロボッ

トシステムの一例を簡略的に示す斜視図であり、図2は、図1の計測ロボットシステムに適用された干渉チェック装置の一実施形態を簡略的に示すブロック図である。

【0018】図1において、図示の計測ロボットシステムは、所定方向に延びる一対の案内レール2、4を備え、一対の案内レール2、4に門構装置6が移動自在に支持されている。図示の門構装置6は、案内レール2に支持される支柱8と、他方の案内レール4に支持される支柱10と、支柱8、10の上端部を接続する接続フレーム12を備え、この接続フレーム12に支持フレーム14が移動自在に装着され、この支持フレーム14にロボット支持部(図示せず)が装着され、ロボット支持部に計測ロボット16が取付けられている。計測すべき物体、たとえば橋梁ブロック18は、図1に示すように、一対の案内レール2、4間にこれらに沿って位置付けられ、計測ロボット16を所要のとおりに移動することによって、橋梁ブロック18の測定すべき所定部位を三次元的に計測することができる。

【0019】この計測ロボットシステムでは、門構装置6は一対の案内レール2、4に沿って両矢印20で示す方向に、橋梁ブロック18の長手方向に移動される。支持フレーム14は接続フレーム12に沿って両矢印22で示す方向に、橋梁ブロック18の横方向に移動される。また、ロボット支持部(図示せず)は、支持フレーム14に沿って両矢印24で示す方向に、橋梁ブロック18の高さ方向に移動される。

【0020】本形態の計測ロボットシステムでは、計測ロボット16は6軸制御のロボットが用いられている。計測ロボット16は、ロボット支持部に取付られる基台(図示せず)を有し、この基台に上下方向に延びる軸線(図示せず)(第1軸を構成する)を中心としてロボット本体部32が回転自在に装着されている。このロボット本体部32には水平方向に延びる軸線34(第2軸線を構成する)を中心として第1アーム36が旋回自在に装着され、第1アーム36の先端部には水平方向に延びる軸線38(第3軸線を構成する)を中心として第2アーム40が旋回自在に装着されている。この第2アーム40の先端部は、その基部に対してその軸線(第4軸線を構成する)を中心として回転自在に装着され、第2アーム40の先端部にはさらに水平方向に延びる軸線42(第5軸線を構成する)を中心として先端アーム44が旋回自在に装着されている。また、先端アーム44の先端部は、その基部に対してその軸線(第6軸線を構成する)を中心として回転自在に装着されている。そして、このような計測ロボット16の先端アーム44の先端部に計測ツール46が装着されている。したがって、門構装置6、支持フレーム14およびロボット支持部(図示せず)を所要のとおりに移動させるとともに、計測ロボット16の第1～第6軸を所要のとおりに制御すること

によって、計測ロボット16に取付けた計測ツール46を橋梁ブロック18の所定部位に接触させることができ、これによって接触した部位の位置を三次元的に正確に測定することができる。

【0021】このような計測ロボットシステムでは、計測ロボット16によって所定部位を測定する際、計測ロボット16の動き、たとえば第1～第3アーム36、40、44の旋回動によって計測ロボット16の一部(たとえば第1～第3アーム36、40、44など)、あるいは計測ロボット16に装着された計測ツール46が橋梁ブロック18の一部に干渉する場合があり、干渉した場合、その部位の位置計測を行うことができず、また計測ロボット16および/または計測ツール46の破損の原因となる。そのため、この計測ロボットシステムは、計測ロボット16および/または計測ツール46が橋梁ブロック18に干渉するか否かをチェックする干渉チェック装置52(図2)を含んでいる。

【0022】図2を参照して、図示の干渉チェック装置52は、たとえばパソコン、ワークステーションなどから構成される演算手段54と、外部データ記憶装置などから構成されるデータ記憶手段56と、外部データ記憶装置またはパソコン、ワークステーションの記憶装置などから構成される干渉チェック結果記憶手段58および再現修正プログラム記憶手段60とを備えている。なお、データ記憶手段56、干渉チェック結果記憶手段58および再現修正プログラム記憶手段60は、それぞれ別個の記憶装置から構成してもよいが、共通の記憶装置から構成することもできる。

【0023】演算手段54は、シミュレーション演算手段62および干渉チェック演算手段64を含み、シミュレーション演算手段62は、さらにシミュレーションデータ記憶手段66を含んでいる。また、データ記憶手段56は、物体データ記憶手段68および動作プログラム記憶手段70を含んでいる。演算手段54に関連して、入力手段72が設けられている。この入力手段72は、入力キーボード、入力マウスなどのデータ入力装置から構成される。物体データ記憶手段68には、測定すべき物体、この実施形態では各種橋梁ブロック18に関する物体データがそれぞれ記憶されており、かかる物体データに基づいて測定すべき橋梁ブロック18の形状を認識することができる。また動作プログラム記憶手段70には、計測ロボット16に装着された計測ツール46を測定すべき計測部位まで移動させるための一連の経路軌跡に関する動作プログラムが記憶されており、この形態ではたとえば約100種類の動作プログラムが記憶されている。入力手段72によって所定の入力データ、たとえば測定すべき橋梁ブロック18の名称などが入力される。このようなデータを入力すると、物体データ記憶手段68に記憶された物体データから、入力手段72によって選択された橋梁ブロック18に関する物体データが

読み出され、読み出された物体データが演算手段54に送給される。また、橋梁ブロック18に関する入力データに基づいて、動作プログラム記憶手段70に記憶された動作プログラムが自動的に選択されて読み出され、読み出された動作プログラムが演算手段54に送給される。

【0024】シミュレーション演算手段62は、動作プログラム記憶手段70から読み出した動作プログラムの指令を解釈するとともに、現在位置および目標位置の値とサンプリング間隔から目標位置までの一連の経路軌跡をシミュレーションして目標位置までの経路点を取得し、取得した経路点における計測ロボット16の各軸値（第1～第6軸の軸値）を計算し、これら経路点および各軸値がシミュレーションデータ記憶手段66に記憶される。また、干渉チェック演算手段64は、シミュレーションデータ記憶手段66に記憶された測定ロボット16の各経路点およびこの経路点に対応する各軸値と物体データ記憶手段68から読み出された物体データに基づいて、測定ロボット16が橋梁ブロック18に干渉するか否かをオフラインでもってチェックする。

【0025】干渉チェック演算手段64による干渉チェックは、たとえば、それ自体公知の次の方法またはその他の方法を用いることができる。たとえば交点計算方法では、測定すべき物体の面や稜線の方程式を解き、それらの交点を求ることによって干渉の有無を判断する。また、たとえば粗チェック方法では、複雑な測定ロボットや測定すべき物体の形状を簡単な図形に近似して干渉チェックを行うことによって干渉の有無を判断する。また、たとえば粗チェック方法を改良した方法では、凸状多面体どうしの面法線ベクトルと点ベクトルとの内積の値が示す幾何学的な位置関係によって干渉の有無を判断する。さらに、たとえば特開昭64-48106号公報に開示された方法では、ロボットと障害物の辺をそれぞれ1以上指定し、指定したロボットの1辺がシミュレーションにより形成する平面と指定した障害物の辺とが交点を持てば干渉有りと判断する。

【0026】干渉チェック結果記憶手段58は、干渉有無記憶手段73および動作指令・各軸値記憶手段74を含んでいる。また、再現修正プログラム記憶手段60は、再現プログラム記憶手段76および修正動作プログラム記憶手段78を含んでいる。干渉有無記憶手段73は、干渉チェック演算手段64による干渉チェックの結果を記憶する。この実施形態では、計測ロボット16が橋梁ブロック18に干渉する場合、「干渉有り」として記憶され、一方干渉しない場合、「干渉なし」として記憶される。また、動作指令・各軸値記憶手段74には、干渉チェック演算手段64による干渉チェックにおいて「干渉なし」と判断された場合、測定ロボット16によって測定する目標地点（測定部位）に関する動作プログラム（動作指令情報）およびその目標地点における計測ロボット16の各軸値指定による位置情報が記憶され

る。

【0027】再現プログラム記憶手段76には、干渉チェック演算手段64による干渉チェックにおいて「干渉あり」と判断された場合、橋梁ブロック18との干渉が発生する干渉発生動作指令情報の所定ステップ、たとえば2ステップ前である再現開始動作指令情報からこの干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶する。そして、干渉状態を再現するとき、この再現プログラム記憶手段76に記憶された干渉再現プログラムが読み出され、読み出された干渉再現プログラムがシミュレーション演算手段62によってシミュレーションされる。また、修正動作プログラム記憶手段78には、干渉を回避するための回避修正動作プログラムが記憶される。この実施形態では、入力手段72を操作して動作プログラムを修正し、この修正された回避修正動作プログラムが修正動作プログラム記憶手段78に記憶される。

【0028】演算手段54に関連してさらに表示手段80が設けられている。表示手段80は、たとえばブラウン管表示装置、液晶表示装置などから構成され、干渉再現プログラムに基づいてシミュレーション演算手段62によって干渉状態を再現するときにその内容を表示し、この表示内容を見ることによって、したがって計測ロボット16と橋梁ブロック18との干渉に至るまでの一連の動作を容易に把握することができる。なお、入力手段72を操作して干渉再現プログラムを修正して回避修正動作プログラムを作成するときにもシミュレーション演算手段62によるシミュレーション状態、すなわち干渉回避状態が、表示手段80に表示され、したがって表示手段80に表示された内容を見ながら干渉再現プログラムを修正して回避修正動作プログラムを容易に作成することができる。

【0029】次に、図2とともに図3を参照して、干渉チェック装置2による干渉チェック動作について説明する。

【0030】干渉チェックを行うに際し、まず、入力手段72でもって橋梁ブロックの名称を入力する。かくすると、この橋梁ブロック18を測定するための動作プログラムから、最初の計測部位を計測する部位計測プログラムたとえば図4(a)に示す部位計測プログラム1が読み出され、これら物体データおよび部位測定プログラムが演算手段54に所要のとおりに読み込まれる（ステップS-1）。たとえば、動作プログラムには約100程度の部位測定プログラムが含まれており、複数の部位測定プログラムについて、順次、次のとおりの干渉有無チェックが行われる。図4(a)の部位計測プログラム1における最初の数字「1」、「2」、「...」、「20」は、ロボットが測定部位に近づいて計測動作を行い、退避位置に戻るまでの目標位置の番号を示しており、この実施形態では、番号「20」が1つの部位の測定を終えた、最

終目標位置である。また、「JMOVE」は、計測ロボット16の各軸動作による移動指令情報を示し、「LMOVE」は、直線補間動作による移動指令情報を示している。さらに、「p1」、「p2」、…、「p20」は、ロボット動作指令位置情報を示しており、このロボット動作指令位置情報において「#」が付されているものは、計測ロボット16の各軸（第1～第6軸）の値により指定された動作指令位置情報であることを示し、「#」が付されていないものは、三次元的位置（X方向、Y方向およびZ方向による位置）と計測ロボット16の計測ツール46の姿勢により指定された動作指令位置情報であることを示している。

【0031】次に、ステップS-2において、部位計測プログラム1の最初の動作指令情報、すなわち「JMOVE #p1」がシミュレーション演算手段62に読み込まれ、ステップS-3に移って動作指令位置情報、すなわち目標位置（#p1）に至るまでの一連の経路点の取得が行われる。シミュレーション演算手段62は、読み込まれた動作指令情報「JMOVE #p1」を解釈するとともに、現在位置および目標位置（#p1）の値とサンプリング間隔より現在位置から目標位置までの経路点を演算により求め、求めた経路点情報をシミュレーションデータ記憶手段66に記憶する。そして、ステップS-4において、シミュレーション演算手段62は、まず最初の経路点についてステップS-3で求めた経路点情報に基づいて計測ロボット16の各軸（第1～第6軸）値を演算して求め、求めた各軸値がシミュレーションデータ記憶手段66に記憶される。

【0032】その後、ステップS-5において、干渉チェック演算手段64によって最初の経路点について干渉チェックが行われる。シミュレーションデータ記憶手段66に記憶された最初の経路点およびこの経路点における各軸値が読み出され、干渉チェック演算手段64はこれらのシミュレーションデータと物体データとにに基づいて干渉の有無のチェックを行う。そして、この干渉チェックによって「干渉なし」と判断された場合、ステップS-6からステップS-7に進み、動作指令情報「JMOVE #p1」の動作終了位置、すなわち目標位置（#p1）であるか否かが判断される。そして、目標位置（#p1）でない場合、ステップS-8を通らずにステップS-9に進み、次の経路点、すなわち2番目の経路点の取得、すなわちこの経路点のシミュレーション演算手段62への読み込みが行われる。次のステップS-10では、経路点の取得が行われたか否かが判断され、2番目の経路点の取得が行われると、ステップS-10からステップS-4に戻り、シミュレーション演算手段62は2番目の経路点について計測ロボット16の各軸（第1～第6軸）値を演算して求め、求めた各軸値がシミュレーションデータ記憶手段66に記憶される。その後、ステップS-5において、干渉チェック演算手段64に

よって2番目の経路点について干渉チェックが行われる。このような干渉チェックが動作指令情報「JMOVE #p1」の動作終了位置、すなわち目標位置（#p1）まで行われ、この間ステップS-4～ステップS-10が繰返し遂行される。

【0033】動作指令情報「JMOVE #p1」の動作終了位置、すなわち目標位置（#p1）についての干渉チェックが行われると、ステップS-7からステップS-8に進み、部位計測プログラム1の最初の動作指令情報「JMOVE #p1」について「干渉なし」と判断され、最初の動作指令情報について「干渉なし」との結果が干渉有無記憶手段73に記憶される。また、「干渉なし」の結果に基づき、干渉再現情報が取得される。すなわち、この実施形態では、動作指令情報「JMOVE #p1」とこの動作指令情報の動作終了位置における（計測ロボット16の各軸値により指定された位置情報）が動作指令・各軸値記憶手段74に記憶される。記憶したこれら情報を用いて、シミュレーション演算手段62によりシミュレーションし、干渉に至るまでの干渉チェック状態を所要のとおりに再現することができる。

【0034】上述したようにして最初の動作指令情報についての干渉チェックが終了すると、ステップS-9およびステップS-10を経てステップS-11に進む。すなわち、動作終了位置についての干渉チェックが終了すると、次の経路点が存在せず、したがってステップS-9にて経路点の取得が行われず、続くステップS-10において経路点なしとして判断され、ステップS-11に進む。

【0035】ステップS-11においては、次の動作指令情報の読み込みが行われる。図4（a）の部位計測プログラム1では、2番目の動作指令情報「LMOVE p2」の読み込みが行われ、続くステップS-12にて、動作指令情報が存在するか否かが判断される。そして、動作指令情報が存在する場合、ステップS-12からステップS-3に戻り、上述したと同様にして2番目の動作指令情報「LMOVE p2」についての経路点の演算が行われ、求められた経路点がシミュレーションデータ記憶手段66に記憶される。その後、ステップS-4において、シミュレーション演算手段62は、2番目の動作指令情報における最初の経路点についてステップS-3で求めた経路点情報に基づいて計測ロボット16の各軸値を演算して求め、求めた各軸値がシミュレーションデータ記憶手段66に記憶される。そして、上述したと同様にして、ステップS-5において、干渉チェック演算手段64によって最初の経路点について干渉チェックが行われ、ステップS-4～ステップS-10が繰返し遂行されて2番目の動作指令情報「LMOVE p2」の各経路点についての干渉チェックが行われ、「干渉なし」の場合、2番目の動作指令情報について「干渉なし」との結果が干渉有無記憶手段72に記憶される。ま

た、「干渉なし」の結果に基づき干渉再現情報が取得され、動作指令情報「LMOVE p 2」とこの動作指令情報の動作終了位置における位置情報（指定による位置情報）計測ロボット16の各軸値が動作指令・各軸値記憶手段74に記憶される。

【0036】このようにして2番目の動作指令情報についての干渉チェックが終了すると、ステップS-9およびステップS-10を経てステップS-11に進み、次の3番目の動作指令情報、部位計測プログラム1では動作指令情報「LMOVE p 3」の読み込みが行われる。この読み込みが行われると、ステップS-11およびステップS-12を経て再びステップS-3に戻り、上述したと同様に、この動作指令情報「LMOVE p 3」についての経路点の演算、求めた経路点情報に基づく計測ロボット16の各軸値の演算、各経路点における干渉チェックが行われる。そして、「干渉なし」の場合、3番目の動作指令情報について「干渉なし」との結果が干渉有無記憶手段72に記憶される。また、「干渉なし」の結果に基づき干渉再現情報が取得され、動作指令情報「LMOVE p 3」とこの動作指令情報の動作終了位置における計測ロボット16の各軸値指定による位置情報が動作指令・各軸値記憶手段74に記憶される。

【0037】上述した干渉チェックは、部位計測プログラムの最後の動作指令情報まで、この実施形態の部位計測プログラム1では20番目の動作指令情報「LMOVE p 20」まで繰り返し行われ、最後の動作指令情報まで行われると、ステップS-12からステップS-13に進み、次の部位計測プログラムの読み込み、この実施形態では、図4(b)に示す部位計測プログラム2の読み込みが行われ、続いてステップS-14にて次の部位計測プログラムが存在するか否かが判断され、部位計測プログラムの読み込みが行われていると次の部位計測プログラムが存在するのでステップS-2に戻り、この部位計測プログラムについて上述したと同様にステップS-2～ステップS-12が繰り返される。そして、このような干渉チェック動作が、選択した橋梁ブロック18についての全ての部位計測プログラムの動作指令情報に対して行われ、全ての部位計測プログラムについて行うと、ステップS-14にて部位計測プログラムなしと判断され、上述した干渉チェックが終了する。

【0038】上述した干渉チェック動作では、「干渉なし」の場合について説明したが、干渉チェック中に「干渉あり」となった場合には、次のとおりに動作する。たとえば、図4(b)の部位計測プログラム2の4番目の動作指令情報「LMOVE p 4」の干渉チェック中に「干渉あり」と判定された場合、図3のフローチャートにおいてステップS-6からステップS-15に移り、部位計測プログラム2の4番目の動作指令情報「LMOVE p 4」について「干渉あり」との結果が干渉有無記憶手段73に記憶される。また、「干渉あり」の結果

に基づき、図5に示す干渉再現プログラムが再現プログラム記憶手段76に記憶される。この実施形態では、干渉チェック演算手段64は、干渉が発生する干渉発生動作指令情報、この例では4番目の動作指令情報「LMOVE p 4」の2つ前の動作指令情報「LMOVE p 2」から干渉再現が行われるように、この2番目の動作指令情報を再現開始動作指令情報として設定し、この2番目の動作指令情報「LMOVE p 2」から干渉発生動作指令情報「LMOVE p 4」までを干渉再現動作指令情報として設定し、かかる干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして再現プログラム記憶手段76に記憶する。部位計測プログラム2の2番目の動作指令情報は「LMOVE p 2」であるが、干渉再現プログラムとして記憶されるときには、この動作指令情報の干渉再現情報（ステップS-8にて生成される情報）、すなわち動作指令情報「LMOVE p 2」とともに計測ロボット16の各軸値指定による位置情報（#q2）が記憶され、このように記憶することによって干渉前の状態から干渉に至るまでの状態を正確に再現することができる。そして、図5に示す干渉再現プログラムが記憶されると、干渉チェック演算手段64は、再現開始動作指令情報「JUMP #q2」に基づいて部位計測プログラム2の5番目以降の動作指令情報についての干渉チェックを中止し、ステップS-15からステップS-13に進み、次の部位計測プログラムの読み込み、この部位計測プログラムについての干渉チェックが行われる。

【0039】この実施形態では、干渉が発生すると、干渉発生動作指令情報から2つ前の動作指令情報を干渉再現動作指令情報とし、この干渉再現動作指令情報から干渉開始動作指令情報までの3つの動作指令情報を干渉再現プログラムとして設定しているが、干渉に至るまでの状態をより長く再現する場合には、干渉発生動作指令情報からさかのぼる動作指令情報の数を多くし、再現開始動作指令情報から干渉開始動作指令情報までの動作指令情報の数を多くすればよい。

【0040】上述したようにして全ての部位計測プログラムに対する干渉チェックが一括して行われ、干渉チェックの有無の結果は、干渉有無記憶手段72に「干渉なし」、「干渉あり」として記憶される。そして、「干渉なし」の場合、各部位計測プログラムにおける各動作指令情報とその動作指令情報の動作終了位置（目標位置）における位置情報が動作指令・各軸値記憶手段74に記憶される。また、「干渉あり」の場合、干渉が発生した部位計測プログラムの干渉再現プログラムが再現プログラム記憶手段76に記憶される。したがって、全ての干渉チェックの動作終了後、干渉チェックの結果を調べることによって、干渉有無を確認することができる。

【0041】この実施形態では、干渉チェック後、入力手段72を操作することによって、再現プログラム記憶手段76に記憶された干渉再現プログラムを再現し、再

現された干渉に至るまでの状態を表示手段80に表示することができる。入力手段72によって干渉再現を入力すると、干渉再現プログラムが読出され、読出された干渉再現プログラムに基づいてシミュレーション演算手段62がシミュレーションし、シミュレーションした内容が表示手段80に表示される。それ故に、表示手段80に表示された内容を見ることによって、干渉に至るまでの一連の動作の所定範囲を容易に把握することができ、これによって干渉を回避する修正動作プログラムを容易に作成することができる。なお、シミュレーション演算手段62によるシミュレーションは、干渉再現プログラムの干渉開始動作指令情報（動作指令情報と計測ロボット16の各軸値指定による位置情報を含む）とこれに続く動作指令情報（移動指令情報と三次元的位置および計測ツールの姿勢指定による位置情報を含む）を解析し、その解析内容が橋梁ブロック18に対する計測ロボット16の動きとして表示手段80に表示される。

【0042】干渉を回避する修正動作プログラムは、表示手段80に表示された内容を見ながら入力手段72を所要のとおりに操作することによって作成することができる。このとき、入力手段72は修正プログラム作成手段として機能し、修正動作プログラムの作成は、干渉再現プログラムをベースとし、この干渉再現プログラムを修正することによって作成され、作成された修正動作プログラムは修正動作プログラム記憶手段78に記憶される。

【0043】修正動作プログラムは、シミュレーション演算手段62および干渉チェック演算手段64によって干渉チェックが行われる。すなわち、図3の示すフローチャートと略同様に、シミュレーション演算手段62は修正動作プログラムの各動作指令情報に基づいて経路点を演算し、また、各経路点について計測ロボット16の各軸値を求め、演算した経路点および各軸値がシミュレーションデータ記憶手段66に記憶される。また、干渉チェック演算手段64は橋梁ブロック18に関する物体データと求めた経路点情報を基づいて干渉チェックを行う。そして、「干渉なし」の場合、この干渉再現プログラムがこの修正動作プログラムに置換えられ、干渉有無記憶手段73に「干渉なし」と記憶されるとともに、動作指令・各軸値記憶手段74に修正動作プログラムにおける動作指令情報と動作指令情報の最終位置情報を記憶される。したがって、その後、計測ロボット16によって橋梁ブロック18の所定部位を計測するとき、干渉する部位については修正動作プログラムに基づいて計測が行われる。なお、「干渉あり」の場合、表示手段80に表示された内容を見ながらこの修正動作プログラムをさらに修正して、干渉を回避した修正動作プログラムを作成する。

【0044】上述の第1の実施形態では、干渉を回避する動作プログラムを入力手段72による操作でもって修

正作成しているが、これに代えて、たとえば演算手段により別解を求め、この別解を別解動作プログラムとして回避動作プログラムとして用いることができる。図6は、本発明に従う干渉チェック装置の第2の実施形態を簡略的に示すブロック図であり、図6において、第1の実施形態と実質上同一のものには同一の番号を付してその説明を省略する。

【0045】第2の実施形態の干渉チェック装置102では、演算手段104はシミュレーション演算手段62および干渉チェック演算手段64に加えて別解動作プログラム作成手段106を備えている。また、再現修正プログラム記憶手段108は、再現プログラム記憶手段76および修正動作プログラム記憶手段78に加えて別解動作プログラム記憶手段110および別解動作指令・各軸値記憶手段112を備えている。干渉チェック装置102は、さらに、データ記憶手段56、干渉チェック結果記憶手段58、入力手段72および表示手段80を備えているが、これらについては第1の実施形態と実質上同一の構成である。

【0046】かかる第2の実施形態の装置における干渉チェックは、上述したと同様に、図3に示すフローチャートの流れにしたがって遂行される。また、干渉が発生したときの修正動作プログラムの作成も上述したと同様に行われる。この第2の実施形態では、修正動作プログラムを作成することに代えて、別解動作プログラム作成手段106によって別解動作プログラムが作成される。図6とともに、動作フローを示す図7を参照して説明すると、干渉を回避するプログラムを作成するときには、入力手段72によって別解動作プログラムの作成を指示すればよく、かく指示することによって図7の動作が遂行される。まず、ステップS-21においては、再現プログラム記憶手段76に記憶された干渉再現プログラムが読出され、かかる干渉再現プログラムが演算手段104に送給される。次いで、ステップS-22に進み、別解動作プログラム作成手段106は、干渉再現プログラムを用いて、干渉が発生した位置、姿勢による別の解を求め、求めた別解の位置、姿勢が別解動作プログラムとして別解動作プログラム記憶手段110に記憶される。

【0047】その後、ステップS-23において、この別解動作プログラムによる干渉チェックが行われる。この別解動作プログラムの干渉チェックも、上述したと同様に行われる。そして、この干渉チェックにおいて「干渉なし」と判定されると、ステップS-24からステップS-25に進み、別解動作プログラムについての干渉再現情報が取得される。ステップS-25において取得される干渉再現情報は、上述したと同様に、別解動作プログラムの動作指令情報とこの動作指令情報の動作終了位置における計測ロボット16の各軸値指定による位置情報である。かかる干渉再現情報の取得が行われると、ステップS-26に進み、干渉再現プログラムに代えて

別解動作プログラムが書込まれる。すなわち、干渉チェック結果記憶手段58の干渉有無記憶手段(図示せず)に別解動作プログラムの干渉結果である「干渉なし」が記憶されるとともに、干渉チェック結果記憶手段58の動作指令・各軸値記憶手段74(図示せず)に、ステップS-25にて取得された干渉再現情報(別解動作プログラムの動作指令情報および各軸値指定による位置情報)が記憶され、かくして動作プログラムの一部が別解動作プログラムに書換えられ、別解動作プログラムを用いて干渉のない動作プログラムが完成する。

【0048】ステップS-24にて「干渉有り」と判定されると、ステップS-27に進み、全ての別解をチェックしたか否かが判断される。全ての別解をチェックしていない場合、ステップS-22に戻り、さらに別の別解動作プログラムが作成され、この新たに作成された別解動作プログラムについて上述した干渉チェックが行われ、全ての別解プログラムをチェックする、あるいは別解プログラムが「干渉なし」となるまで、ステップS-22、ステップS-23、ステップS-24およびステップS-27が繰返し遂行される。そして、全ての別解をチェックしていずれも「干渉あり」となった場合、ステップS-27からステップS-28に進み、干渉再現プログラムが再現プログラム記憶手段76に保持され続ける。このような場合、干渉を回避するように、干渉再現プログラムを入力手段72により修正して修正動作プログラムが作成される。

【0049】なお、この実施形態では、計測ロボット16として6軸制御のものを用いているので、別解として8通りの解が存在し、それ故に、最大8通りの別解について干渉チェックが行われる。このため、別解を求める場合、上述したように別解1つずつについて干渉チェックを行い、「干渉なし」となった最初の別解を別解動作プログラムとして採用するようにしてもよいが、これに代えて、予め全ての別解の干渉チェックを行い、「干渉なし」の別解から適切なものを選択するようにすることもできる。

【0050】この第2の実施形態では、別解による別解動作プログラムを利用して干渉を回避する回避動作プログラムを容易にかつ短時間に作成することができる。

【0051】以上、本発明に従う干渉チェック装置の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく種々の変形、修正が可能である。

【0052】たとえば、上述した実施形態では、橋梁ブロック18を計測する計測ロボット16の干渉チェックに本発明を適用して説明したが、橋梁ブロック以外の物体、たとえば大型フレームなどを測定する測定ロボットの干渉チェック、また種々のロボット同士の干渉チェックなどにも適用することができる。

【0053】

【発明の効果】本発明の請求項1の干渉チェック装置によれば、再現プログラム記憶手段は、干渉発生動作指令情報から所定ステップ前である再現開始動作指令情報から干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶する。そして、干渉状態を再現する際、シミュレーション演算手段は、干渉再現プログラムに基づいて干渉前の状態から干渉状態までを再現するので、干渉に至るまでの動作を容易に把握することができ、これによって、干渉を回避するための修正動作プログラムを容易に作成することができる。

【0054】また本発明の請求項2の干渉チェック装置によれば、動作プログラムはロボットを作業位置に移動させるためのプログラムであり、干渉再現プログラムの再現開始動作指令情報は、ロボットの動作指令情報およびその各軸値指定による位置情報を含んでいるので、シミュレーション演算手段は、干渉再現プログラムに基づいて干渉に至るまでの一連の動作を正確に再現することができる。

【0055】また本発明の請求項3の干渉チェック装置によれば、干渉再現プログラムを修正する修正プログラム作成手段が設けられ、この修正プログラム作成手段によって、干渉を回避する修正動作プログラムが作成される。そして、シミュレーション演算手段はこの修正プログラムをシミュレーションし、干渉チェック演算手段は物体データとこのシミュレーションデータに基づいて干渉をチェックする。それ故に、修正動作プログラムについても干渉有無のチェックを行うことができ、修正動作プログラムにおける干渉の発生をも確実に防止することができる。

【0056】さらに本発明の請求項4の干渉チェック装置によれば、別解動作プログラム作成手段は、干渉再現プログラムの別解を求めて別解動作プログラムを作成し、シミュレーション演算手段はこの別解動作プログラムをシミュレーションし、干渉チェック演算手段は物体データおよびこのシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行う。したがって、干渉が発生した場合、別解動作プログラム作成手段は自動的に別解動作プログラムを作成し、作成した別解動作プログラムについても干渉有無のチェックが行われ、別解動作プログラムにおける干渉の発生をも確実に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従う干渉チェック装置が適用される計測ロボットシステムの一例を簡略的に示す斜視図である。

【図2】図1の計測ロボットシステムに適用された干渉チェック装置の第1の実施形態を簡略的に示すブロック図である。

【図3】図2の干渉チェック装置の干渉チェック動作を説明するためのフローチャートである。

【図4】図4(a)および(b)は、それぞれ、部位計測プログラム1および2の一例を示す図である。

【図5】干渉再現プログラムの一例を示す図である。

【図6】本発明に従う干渉チェック装置の第2の実施形態を簡略的に示すブロック図である。

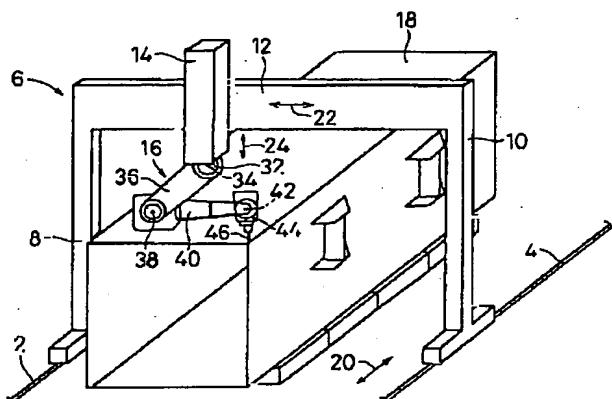
【図7】図6の干渉チェック装置における別解動作プログラムの作成動作を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

- 16 計測ロボット
- 18 橋梁ブロック
- 52 干渉チェック装置
- 54 演算手段

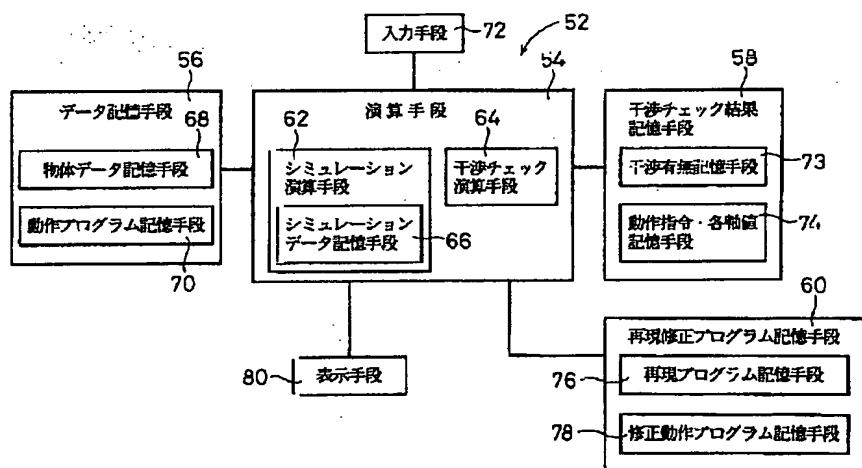
- 56 データ記憶手段
- 58 干渉チェック結果記憶手段
- 60 再現修正プログラム記憶手段
- 62 シミュレーション演算手段
- 64 干渉チェック演算手段
- 72 入力手段
- 73 干渉有無記憶手段
- 76 再現プログラム記憶手段
- 78 修正動作プログラム記憶手段
- 80 表示手段
- 104 演算手段
- 106 別解動作プログラム作成手段
- 110 別解動作プログラム記憶手段

【図1】

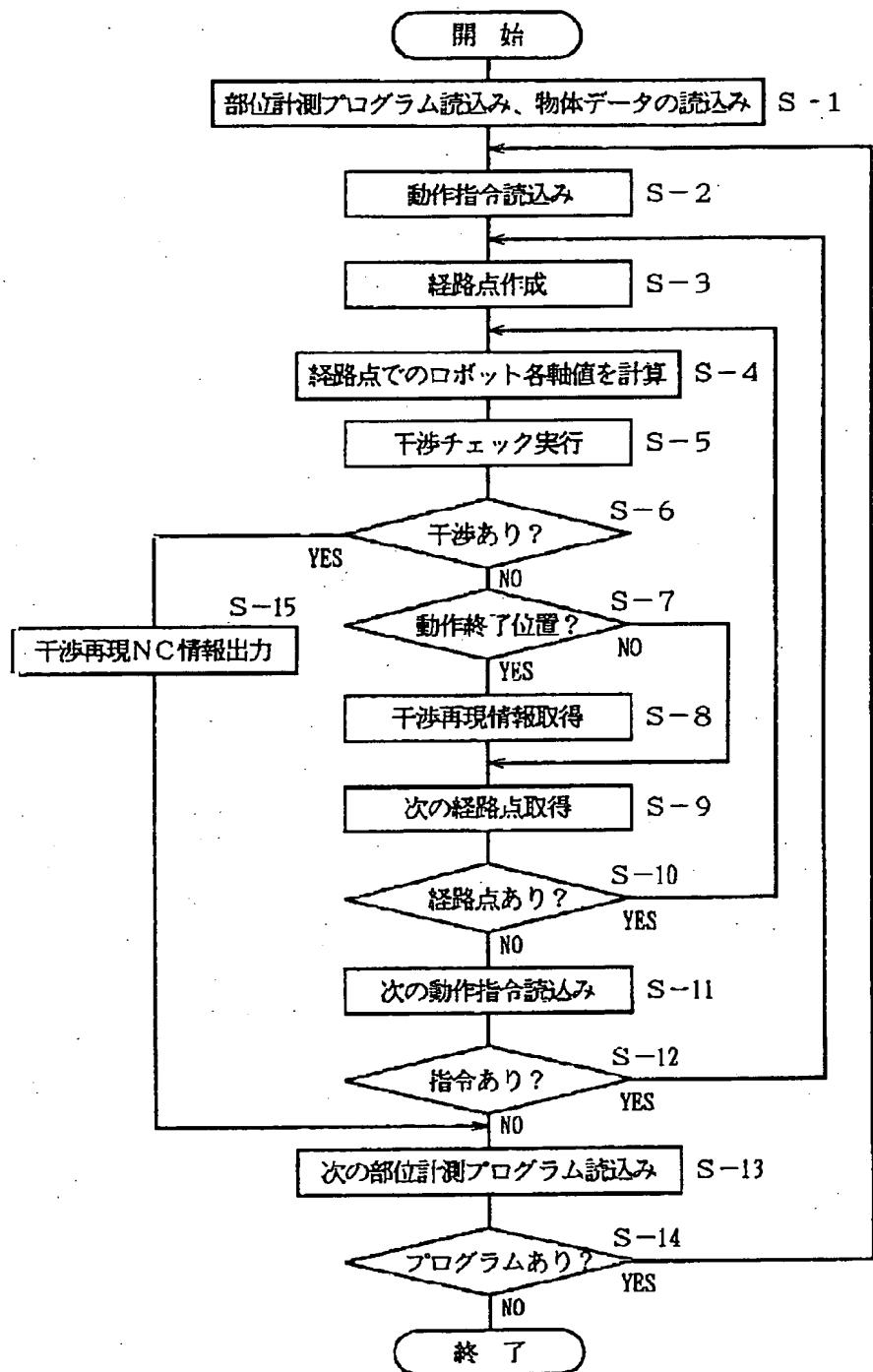


【図5】

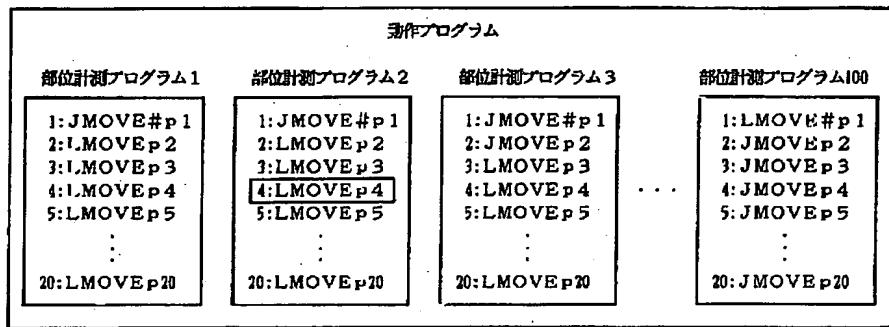
【図2】



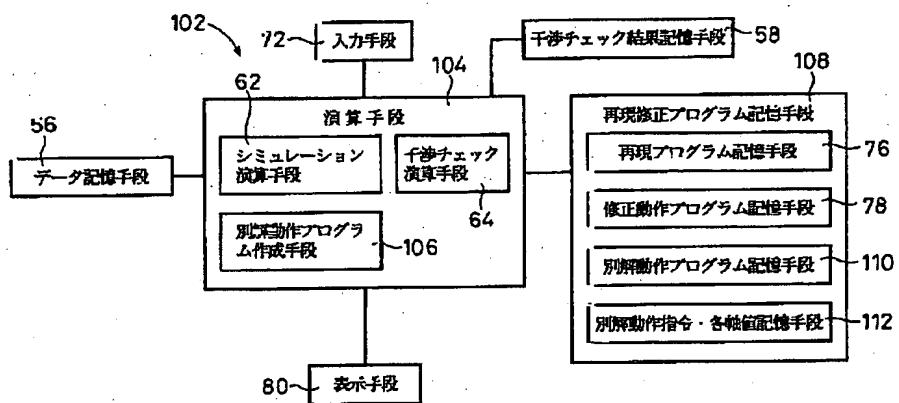
【図3】



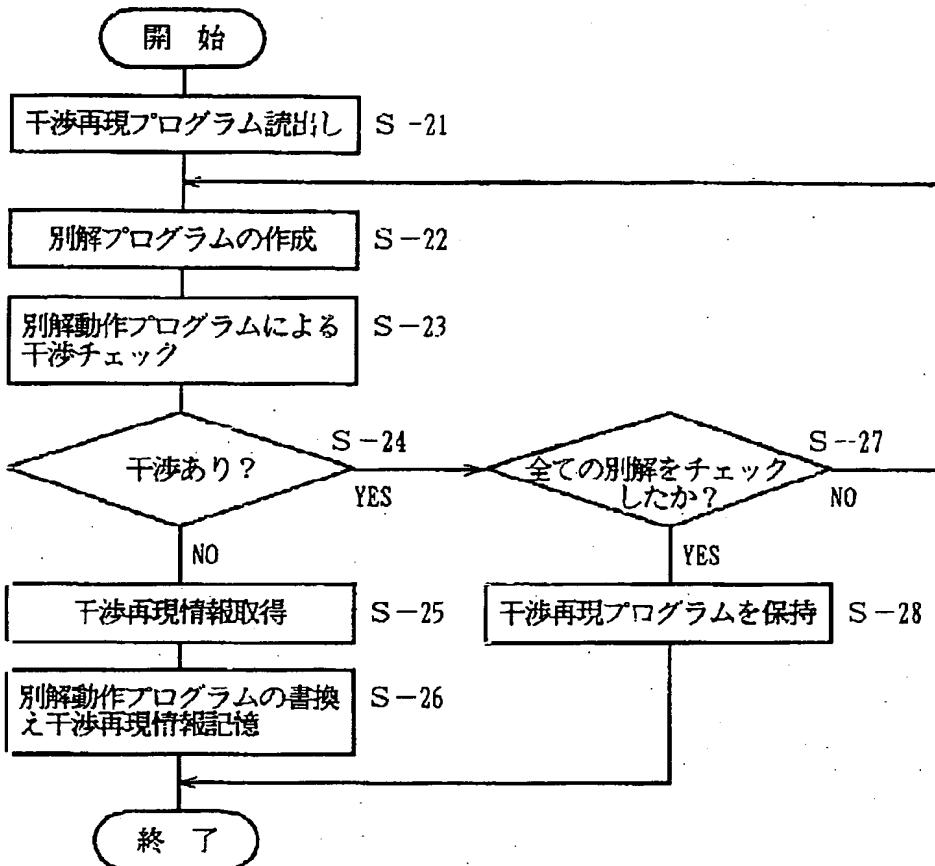
【図4】



【図6】



【図7】



【手続補正書】

【提出日】平成11年3月15日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体に関する物体データを記憶する物体データ記憶手段と、物体に対する一連の経路軌跡に関する動作プログラムを記憶する動作プログラム記憶手段と、前記動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行うためのシミュレーション演算手段と、前記物体データおよび前記シミュレーション演算手段によるシミュレーションデータに基づいて物体との干渉をチェックする干渉チェック演算手段と、前記干渉チェック演算手段による干渉チェックの結果を記憶する干渉チェック結果記憶手段とを具備する干渉チェック装置において、前記シミュレーション演算手段に接続された再現プログ

ラム記憶手段が設けられ、前記再現プログラム記憶手段は、物体との干渉が発生する干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から前記干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶し、

干渉再現時、前記シミュレーション演算手段は、前記干渉再現プログラムに基づいて物体との干渉前の状態から干渉状態までを再現し、

前記シミュレーション演算手段に接続された別解動作プログラム作成手段が設けられ、前記別解動作プログラム作成手段は前記干渉再現プログラムの経路軌跡の同じ別解を求めて別解動作プログラムを作成し、前記シミュレーション演算手段は前記別解動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記別解動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする干渉チェック装置。

【請求項2】 物体に関する物体データを記憶する物体

データ記憶手段と、物体に対する一連の経路軌跡に関する動作プログラムを記憶する動作プログラム記憶手段と、前記動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行うためのシミュレーション演算手段と、前記物体データおよび前記シミュレーション演算手段によるシミュレーションデータに基づいて物体との干渉をチェックする干渉チェック演算手段と、前記干渉チェック演算手段による干渉チェックの結果を記憶する干渉チェック結果記憶手段とを具備する干渉チェック装置において、前記シミュレーション演算手段に接続された再現プログラム記憶手段が設けられ、前記再現プログラム記憶手段は、物体との干渉が発生する干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から前記干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶し、干渉再現時、前記シミュレーション演算手段は、前記干渉再現プログラムに基づいて物体との干渉前の状態から干渉状態までを再現し、前記動作プログラム記憶手段に記憶された前記動作プログラムはロボットを作業位置に移動させるためのプログラムであり、前記干渉再現プログラムの前記再現開始動作指令情報は、前記ロボットの動作指令情報および前記ロボットの各軸値指定による位置情報を含んでおり、前記シミュレーション演算手段に接続された別解動作プログラム作成手段が設けられ、前記別解動作プログラム作成手段は前記干渉再現プログラムの経路軌跡の同じ別解を求めて別解動作プログラムを作成し、前記シミュレーション演算手段は前記別解動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記別解動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする干渉チェック装置。

【請求項3】 物体に関する物体データを記憶する物体データ記憶手段と、物体に対する一連の経路軌跡に関する動作プログラムを記憶する動作プログラム記憶手段と、前記動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行うためのシミュレーション演算手段と、前記物体データおよび前記シミュレーション演算手段によるシミュレーションデータに基づいて物体との干渉をチェックする干渉チェック演算手段と、前記干渉チェック演算手段による干渉チェックの結果を記憶する干渉チェック結果記憶手段とを具備する干渉チェック装置において、前記シミュレーション演算手段に接続された再現プログラム記憶手段が設けられ、前記再現プログラム記憶手段は、物体との干渉が発生する干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から前記干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶し、干渉再現時、前記シミュレーション演算手段は、前記干渉再現プログラムに基づいて物体との干渉前の状態から干渉状態までを再現し、

干渉状態までを再現し、前記シミュレーション演算手段に接続されて、前記干渉再現プログラムを修正して修正動作プログラムを作成するための修正プログラム作成手段が設けられ、前記シミュレーション演算手段は前記修正動作プログラムに基づいて修正動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記修正動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行い、前記シミュレーション演算手段に接続された別解動作プログラム作成手段が設けられ、前記別解動作プログラム作成手段は前記干渉再現プログラムの経路軌跡の同じ別解を求めて別解動作プログラムを作成し、前記シミュレーション演算手段は前記別解動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記別解動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする干渉チェック装置。

【請求項4】 物体に関する物体データを記憶する物体データ記憶手段と、物体に対する一連の経路軌跡に関する動作プログラムを記憶する動作プログラム記憶手段と、前記動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行うためのシミュレーション演算手段と、前記物体データおよび前記シミュレーション演算手段によるシミュレーションデータに基づいて物体との干渉をチェックする干渉チェック演算手段と、前記干渉チェック演算手段による干渉チェックの結果を記憶する干渉チェック結果記憶手段とを具備する干渉チェック装置において、前記シミュレーション演算手段に接続された再現プログラム記憶手段が設けられ、前記再現プログラム記憶手段は、物体との干渉が発生する干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から前記干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶し、

干渉再現時、前記シミュレーション演算手段は、前記干渉再現プログラムに基づいて物体との干渉前の状態から干渉状態までを再現し、前記動作プログラム記憶手段に記憶された前記動作プログラムはロボットを作業位置に移動させるためのプログラムであり、前記干渉再現プログラムの前記再現開始動作指令情報は、前記ロボットの動作指令情報および前記ロボットの各軸値指定による位置情報を含んでおり、前記シミュレーション演算手段に接続されて、前記干渉再現プログラムを修正して修正動作プログラムを作成するための修正プログラム作成手段が設けられ、前記シミュレーション演算手段は前記修正動作プログラムに基づいて修正動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記修正動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行い、

前記シミュレーション演算手段に接続された別解動作プログラム作成手段が設けられ、前記別解動作プログラム作成手段は前記干渉再現プログラムの経路軌跡の同じ別解を求めて別解動作プログラムを作成し、前記シミュレーション演算手段は前記別解動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記別解動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする干渉チェック装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、物体に関する物体データを記憶する物体データ記憶手段と、物体に対する一連の経路軌跡に関する動作プログラムを記憶する動作プログラム記憶手段と、前記動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行うためのシミュレーション演算手段と、前記物体データおよび前記シミュレーション演算手段によるシミュレーションデータに基づいて物体との干渉をチェックする干渉チェック演算手段と、前記干渉チェック演算手段による干渉チェックの結果を記憶する干渉チェック結果記憶手段とを具備する干渉チェック装置において、前記シミュレーション演算手段に接続された再現プログラム記憶手段が設けられ、前記再現プログラム記憶手段は、物体との干渉が発生する干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から前記干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶し、干渉再現時、前記シミュレーション演算手段は、前記干渉再現プログラムに基づいて物体との干渉前の状態から干渉状態までを再現し、前記シミュレーション演算手段に接続された別解動作プログラム作成手段が設けられ、前記別解動作プログラム作成手段は前記干渉再現プログラムの経路軌跡の同じ別解を求めて別解動作プログラムを作成し、前記シミュレーション演算手段は前記別解動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする干渉チェック装置である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】本発明に従えば、再現プログラム記憶手段は、干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から干渉発生動作指令情報までの干渉

再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶する。そして、干渉状態を再現する際、シミュレーション演算手段は、干渉再現プログラムに基づいて干渉前の状態から干渉状態までを再現するので、干渉に至るまでの動作を容易に把握することができ、これによって、干渉を回避するための修正動作プログラムを容易に作成することができる。本発明に従えば、別解動作プログラム作成手段は、干渉再現プログラムの別解を求めて別解動作プログラムを作成し、シミュレーション演算手段はこの別解動作プログラムをシミュレーションし、干渉チェック演算手段は物体データおよびこのシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行う。したがって、干渉が発生した場合、別解動作プログラム作成手段は自動的に別解動作プログラムを作成し、作成した別解動作プログラムについても干渉有無のチェックが行われ、別解動作プログラムにおける干渉の発生をも確実に防止することができる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】また本発明は、物体に関する物体データを記憶する物体データ記憶手段と、物体に対する一連の経路軌跡に関する動作プログラムを記憶する動作プログラム記憶手段と、前記動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行うためのシミュレーション演算手段と、前記物体データおよび前記シミュレーション演算手段によるシミュレーションデータに基づいて物体との干渉をチェックする干渉チェック演算手段と、前記干渉チェック演算手段による干渉チェックの結果を記憶する干渉チェック結果記憶手段とを具備する干渉チェック装置において、前記シミュレーション演算手段に接続された再現プログラム記憶手段が設けられ、前記再現プログラム記憶手段は、物体との干渉が発生する干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から前記干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶し、干渉再現時、前記シミュレーション演算手段は、前記干渉再現プログラムに基づいて物体との干渉前の状態から干渉状態までを再現し、前記動作プログラム記憶手段に記憶された前記動作プログラムはロボットを作業位置に移動させるためのプログラムであり、前記干渉再現プログラムの前記再現開始動作指令情報は、前記ロボットの動作指令情報および前記ロボットの各軸値指定による位置情報を含んでおり、前記シミュレーション演算手段に接続された別解動作プログラム作成手段が設けられ、前記別解動作プログラム作成手段は前記干渉再現プログラムの経路軌跡の同じ別解を求めて別解動作プログラムを作成し、前記シミュレーション演算手段は前記別解動作プログラムをシ

ミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記別解動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする干渉チェック装置である。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】また本発明は、物体に関する物体データを記憶する物体データ記憶手段と、物体に対する一連の経路軌跡に関する動作プログラムを記憶する動作プログラム記憶手段と、前記動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行うためのシミュレーション演算手段と、前記物体データおよび前記シミュレーション演算手段によるシミュレーションデータに基づいて物体との干渉をチェックする干渉チェック演算手段と、前記干渉チェック演算手段による干渉チェックの結果を記憶する干渉チェック結果記憶手段とを具備する干渉チェック装置において、前記シミュレーション演算手段に接続された再現プログラム記憶手段が設けられ、前記再現プログラム記憶手段は、物体との干渉が発生する干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から前記干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶し、干渉再現時、前記シミュレーション演算手段は、前記干渉再現プログラムに基づいて物体との干渉前の状態から干渉状態までを再現し、前記シミュレーション演算手段に接続されて、前記干渉再現プログラムを修正して修正動作プログラムを作成するための修正プログラム作成手段が設けられ、前記シミュレーション演算手段は前記修正動作プログラムに基づいて修正動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記修正動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行い、前記シミュレーション演算手段に接続された別解動作プログラム作成手段が設けられ、前記別解動作プログラム作成手段は前記干渉再現プログラムの経路軌跡の同じ別解を求めて別解動作プログラムを作成し、前記シミュレーション演算手段は前記別解動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記別解動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする干渉チェック装置である。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】さらに本発明は、物体に関する物体データ

を記憶する物体データ記憶手段と、物体に対する一連の経路軌跡に関する動作プログラムを記憶する動作プログラム記憶手段と、前記動作プログラムに基づいて動作シミュレーションを行うためのシミュレーション演算手段と、前記物体データおよび前記シミュレーション演算手段によるシミュレーションデータに基づいて物体との干渉をチェックする干渉チェック演算手段と、前記干渉チェック演算手段による干渉チェックの結果を記憶する干渉チェック結果記憶手段とを具備する干渉チェック装置において、前記シミュレーション演算手段に接続された再現プログラム記憶手段が設けられ、前記再現プログラム記憶手段は、物体との干渉が発生する干渉発生動作指令情報の所定ステップ前である再現開始動作指令情報から前記干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶し、干渉再現時、前記シミュレーション演算手段は、前記干渉再現プログラムに基づいて物体との干渉前の状態から干渉状態までを再現し、前記動作プログラム記憶手段に記憶された前記動作プログラムはロボットを作業位置に移動させるためのプログラムであり、前記干渉再現プログラムの前記再現開始動作指令情報は、前記ロボットの動作指令情報および前記ロボットの各軸値指定による位置情報を含んでおり、前記シミュレーション演算手段に接続されて、前記干渉再現プログラムを修正して修正動作プログラムを作成するための修正プログラム作成手段が設けられ、前記シミュレーション演算手段は前記修正動作プログラムに基づいて修正動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記修正動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行い、前記シミュレーション演算手段に接続された別解動作プログラム作成手段が設けられ、前記別解動作プログラム作成手段は前記干渉再現プログラムの経路軌跡の同じ別解を求めて別解動作プログラムを作成し、前記シミュレーション演算手段は前記別解動作プログラムをシミュレーションし、前記干渉チェック演算手段は前記物体データおよび前記別解動作プログラムによるシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行うことを特徴とする干渉チェック装置である。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】本発明に従えば、前述と同様な動作が行われ、干渉に至るまでの動作を容易に把握することができ、干渉を回避するための修正動作プログラムを作成することができ、干渉発生を確実に防止することができる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0053

【補正方法】変更

【補正内容】

【0053】

【発明の効果】本発明の請求項1, 4の干渉チェック装置によれば、再現プログラム記憶手段は、干渉発生動作指令情報から所定ステップ前である再現開始動作指令情報から干渉発生動作指令情報までの干渉再現動作指令情報を干渉再現プログラムとして記憶する。そして、干渉状態を再現する際、シミュレーション演算手段は、干渉再現プログラムに基づいて干渉前の状態から干渉状態までを再現するので、干渉に至るまでの動作を容易に把握することができ、これによって、干渉を回避するための修正動作プログラムを容易に作成することができる。別解動作プログラム作成手段は、干渉再現プログラムの別解を求めて別解動作プログラムを作成し、シミュレーション演算手段はこの別解動作プログラムをシミュレーションし、干渉チェック演算手段は物体データおよびこのシミュレーションデータに基づいて干渉チェックを行う。したがって、干渉が発生した場合、別解動作プログラム作成手段は自動的に別解動作プログラムを作成し、作成した別解動作プログラムについても干渉有無のチェックが行われ、別解動作プログラムにおける干渉の発生をも確実に防止することができる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正内容】

【0054】また本発明の請求項2, 4の干渉チェック装置によれば、動作プログラムはロボットを作業位置に移動させるためのプログラムであり、干渉再現プログラムの再現開始動作指令情報は、ロボットの動作指令情報およびその各軸値指定による位置情報を含んでいるので、シミュレーション演算手段は、干渉再現プログラムに基づいて干渉に至るまでの一連の動作を正確に再現することができる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正内容】

【0055】また本発明の請求項3, 4の干渉チェック装置によれば、干渉再現プログラムを修正する修正プログラム作成手段が設けられ、この修正プログラム作成手段によって、干渉を回避する修正動作プログラムが作成される。そして、シミュレーション演算手段はこの修正プログラムをシミュレーションし、干渉チェック演算手段は物体データとこのシミュレーションデータに基づいて干渉をチェックする。それ故に、修正動作プログラムについても干渉有無のチェックを行うことができ、修正動作プログラムにおける干渉の発生をも確実に防止することができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】削除